

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EP04/05909

REC'D 08 JUL 2004

WIPO PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 31 534.9

Anmeldetag: 11. Juli 2003

Anmelder/Inhaber: Brueninghaus Hydromatik GmbH,  
89275 Elchingen/DE

Bezeichnung: Hydraulisches Lenksystem für  
mobile Arbeitsmaschinen

IPC: B 62 D 5/093

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Mai 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt

Def. Präsident  
Im Auftrag

BEST AVAILABLE COPY

Wallner

### Hydraulisches Lenksystem für mobile Arbeitsmaschinen

5 Die Erfindung betrifft ein hydraulisches Lenksystem für mobile Arbeitsmaschinen.

Bei Fahrzeugen mit einer Arbeitshydraulik - zum Beispiel Radlader, Bagger, Mähdrescher und Stapler - wird die 10 Lenkung im allgemeinen auch hydraulisch ausgeführt. Die Gründe liegen in gleichen Anforderungen der Arbeitsmaschine und der Fahrzeuglenkung an die Steuerung - z. B. hohe Stellenergie - und in der kostenminimierenden Ausnutzung gemeinsamer hydraulischer Aggregate wie beispielsweise Hydropumpen oder Steuerblöcke für die Arbeitsmaschine und die Fahrzeuglenkung.

Bei einem hydraulischen Lenksystem nach der WO 99/55573 A1 erfolgt die Lenkung des Fahrzeugs über zwei Lenzkylinder, 20 deren Stellkolben mit der Fahrzeugachse mechanisch verbunden sind und im jeweiligen Lenzkylinder verschiebbar sind. Für die Verschiebung des Stellkolben im jeweiligen Lenzkylinder, deren Position im Lenzkylinder die Lenkrichtung und den Lenkwinkel des Fahrzeugs festlegt, 25 werden in den beiden durch den Stellkolben getrennten Stelldruckkammern des jeweiligen Lenzkylinders definierte Stelldrücke aufgebracht. Die Einstellung der dem Lenkwinkel des Fahrzeugs korrespondierenden Stelldruckhöhe für die jeweilige Stelldruckkammer und die richtige 30 Zuschaltung des korrekt eingestellten Stelldrucks in die für die jeweils beabsichtigte Lenkrichtung des Fahrzeugs korrespondierende Stelldruckkammer in den beiden Lenzkylindern erfolgt je nach verwendetem Lenkorgan auf unterschiedliche Weise.

35

Wird als Lenkorgan ein Lenkrad benutzt, so wird über eine durch das Lenkrad verstellte hydrostatische Lenkeinheit das von einer druck- und förderstromgeregelten Hydropumpe gelieferte Hydraulikfluid lenkrichtungs- und lenkwinkel-

korrekt auf die beiden Stelldruckkammern der beiden Lenkzylinder verteilt. Im Falle eines Joysticks als Lenkorgan wird über ein Vorsteuergerät in Abhängigkeit der Joystick-Auslenkung ein Steuerdruckpaar generiert, das an die Steuereingänge eines Steuerventils in einem Steuerblock geführt ist. Die durch das Steuerdruckpaar erzeugte Auslenkung des Steuerventilkolbens führt zu einer lenkrichtungs- und lenkwinkelkorrekten Zuschaltung des am Eingang des Steuerventils anliegenden, von der druck- und förderstromgeregelten Hydropumpe gelieferten Hydraulikfluids in die beiden Stelldruckkammern der beiden Lenkzylinder. Anstelle der hydraulischen Ansteuerung kann auch eine elektrische Ansteuerung über ein vom Joystick geliefertes elektrisches Signal an einen am Stellventil vorgesehenen, elektrischen Stellmagneten realisiert werden. Über ein Prioritätsventil wird lastabhängig das von der Hydropumpe gelieferte Hydraulikfluidvolumen für die hydrostatische Lenkeinheit oder den Steuerblock dosiert.

Ganz wesentlich an dieser Realisierung der Fahrzeuglenkung ist die Tatsache, dass abhängig vom beabsichtigten Lenkwinkel und der beabsichtigten Lenkrichtung des Fahrzeugs die beiden Stelldruckkammern in den beiden Lenkzylindern mit einem jeweils komplementären der Lenkrichtung und dem Lenkwinkel entsprechenden Stelldruck beaufschlagt werden. Dies setzt voraus, dass die Druckdifferenzen zwischen den beiden Stelldruckkammern jeweils eines Lenkzylinders entsprechend der beabsichtigten Lenkrichtung und des beabsichtigten Lenkwinkels positive und negative Werte annehmen müssen. Da die Hydropumpe in der WO 99/55573 A1 im offenen Kreislauf betrieben wird und daher nur eine Stromrichtung aufweist, kann die der beabsichtigten Lenkrichtung und dem beabsichtigten Lenkwinkel entsprechenden positiven oder negativen Stelldruckdifferenz zwischen den beiden Stelldruckkammern in jeweils einem Lenkzylinder nicht direkt von der Hydropumpe zugeführt werden. Vielmehr sind in einem derartigen hydraulischen Kreislauf im Lastkreis zusätzliche hydrau-

lische Aggregate - zum Beispiel eine hydraulische Lenkeinheit oder ein Steuerblock - erforderlich, um das Hydraulikfluid im Lastkreis lenkrichtungs- und lenkwinkelkorrekt auf die jeweiligen Stelldruckkammern in den beiden

5 Lenkzylinder zuzuschalten.

Diese zusätzlichen hydraulischen Aggregate erhöhen die Investitionskosten einer hydraulischen Lenkung nicht unerheblich. Auch ist mit der Zwischenschaltung zusätzlicher hydraulischer Aggregate ein zusätzlicher Verrohrungs- und Verschraubungsaufwand verbunden, der insbesondere an den Anschlußstellen das Risiko zusätzlicher Leckölstellen bedingt. Insgesamt erhöht sich aufgrund der zusätzlichen hydraulischen Aggregate und der zusätzlichen Verrohrung der Platzbedarf für die hydraulische Lenkung. Auch der Aufwand für Montage, Wartung und Service nimmt auf Grund zusätzlicher Komponenten im hydraulischen System zu. Die Zwischenschaltung insbesondere von verstellbaren Steuerventilen in den Hydraulikleitungen zur lenkwinkel- und lenkrichtungskorrektens Zuschaltung des Hydraulikfluids in die jeweiligen Stelldruckkammern der beiden Lenkzylinder führt im Vergleich zu einem Lastkreis ohne verstellbare Steuerventile zu einer zusätzlichen Erhöhung der Durchflußwiderstände im hydraulischen Kreislauf, die mit unnötigen hydraulischen Energieverlusten verbunden ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das hydraulische Lenksystem für eine mobile Arbeitsmaschine mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 derart weiterzubilden, dass den beiden Stelldruckkammern der beiden Lenkzylinder entsprechend der beabsichtigten Lenkrichtung und des beabsichtigten Lenkwinkels des Fahrzeugs ein Hydraulikfluid mit dem dafür erforderlichen Stelldruck jeweils direkt aus der Hydropumpe ohne Zwischenschaltung zusätzlicher Steuer- und Stelleinrichtungen im Lastkreis zugeführt wird.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein hydraulisches Lenksystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

- Im Gegensatz zum offenen Kreislauf der hydraulischen Lenkung in der WO 99/55573 A1 wird in der Erfindung ein geschlossener Kreislauf benutzt. Somit ist es möglich, durch Verstellung des Hydraulikfluidstromes mittels einer Verstelleinrichtung an den beiden Anschlüssen der Hydropumpe positive und negative Stelldruckdifferenzen mit verstellbaren Druckpegel zu erzeugen, die direkt ohne Zwischenschaltung komplexer hydraulischer Aggregate an die Eingänge der beiden Stelldruckkammern der beiden Lenkzylinder geführt werden können. Somit können über die Verstellung des Förderstromvolumens der Hydropumpe relativ einfach die für den gewünschten Lenkwinkel und die gewünschte Lenkrichtung erforderlichen Stelldrücke in den beiden Stelldruckkammern der beiden Lenkzylinder eingestellt werden.
- Neben der Beseitigung der obig genannten Nachteile, die für eine Realisierung nach der WO 99/55573 A1 charakteristisch sind, treten in einem geschlossenen Kreislauf auch keine Unterdrücke mehr auf, wie sie bei expandierenden Stelldruckkammern, die in einem offenen Kreislauf mit einem Hydrauliktank verbunden sind, anzutreffen sind. Diese Unterdrücke bewirken in den jeweiligen Stelldruckkammern Kavitationen und damit zunehmende Beschädigungen am Lenkzylinder und den Dichtungen.
- Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angeben.
- Wenn die Druckkammern unterschiedliche Druckbeaufschlagungsflächen haben, ist eine kreuzweise Umschaltung der Kammern sinnvoll, um sicherzustellen, daß das insgesamt in beide Stellrichtungen verdrängte Volumen pro Wegstrecke identisch ist. Sonst ist ein Betrieb im geschlossenen Kreislauf nicht möglich.

Die Einstellung der Lenkrichtung und des Lenkwinkels kann über ein Lenkrad oder einen Joystick als Lenkorgan betätigt werden.

5

Die der Auslenkung des Lenkrads oder des Joysticks proportionalen Steuersignale können in einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung als elektrische Signale vorliegen. Hierbei steuern die der Auslenkung des Lenkrads bzw. des Joysticks proportionalen elektrischen Signale jeweils einen elektrischen Stellmagneten an den Steuereingängen eines Stellventils an, über das die beiden Stelldruckkammern der Verstelleinrichtung der Hydropumpe mit Stelldruck beaufschlagt wird.

10

In einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anstelle der elektrischen Ansteuerung eine hydraulische Ansteuerung verwendet. Das Lenkrad beeinflußt den von einer Hydropumpe erzeugten Stelldruck, der in die Steuerdruckkammer des Stellventils geführt ist. Die Auslenkung des Joysticks verstellt den in einem Vorsteuergerät erzeugten Stelldruck, der ebenfalls in die Stelldruckkammern des Stellventils geführt wird.

15

Zwei Ausführungsformen der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgend näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1            ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform  
30                der erfindungsgemäß hydraulischen Lenkung  
                  für ein Fahrzeug und

Fig. 2            eine zweite Ausführungsform der erfindungs-  
                  gemäß hydraulischen Lenkung für ein  
                  Fahrzeug.

Das erfindungsgemäße hydraulische Lenksystem 100 für ein Fahrzeug wird in seiner ersten Ausführungsform nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben.

In Fig. 1 ist ein Schaltbild eines hydraulischen Lenksystems 100 für ein Fahrzeug dargestellt, das aus einem ersten Lenkzylinder 1 und einem zweiten Lenkzylinder 2 besteht. Im Lenkzylinder 1 ist ein Stellkolben 3 verschiebbar geführt, der mit den hinsichtlich Lenkrichtung und Lenkwinkel verstellbaren Fahrzeugrädern oder dem Vorderwagen (Knicklenkung) mechanisch gekoppelt ist. Im Lenkzylinder 2 ist der Stellkolben 4 verschiebbar geführt, der ebenfalls mit den hinsichtlich Lenkrichtung und Lenkwinkel verstellbaren Fahrzeugrädern mechanisch gekoppelt ist. Der erste und zweite Lenkzylinder 1 und 2 ist jeweils an seinem kolbenseitigen Ende mit der Karosserie 5 mechanisch verbunden.

15

Der erste Lenkzylinder 1 weist eine kolbenseitige Stelldruckkammer 6 und eine kolbenstangenseitige Stelldruckkammer 7 auf. Der zweite Lenkzylinder 2 weist ebenfalls eine kolbenseitige Stelldruckkammer 8 und eine kolbenstangenseitige Stelldruckkammer 9 auf.

Um eine Auslenkung der Fahrzeugräder in einer bestimmten Lenkrichtung in einem bestimmten Lenkwinkel über die mechanische Verstellung der Stellkolben 3 und 4 des ersten und zweiten Lenkzylinders 1 und 2 zu erzielen, sind der erste und zweite Lenkzylinder 1 und 2 in einem Winkel  $\alpha$  bis max.  $90^\circ$  bezüglich ihrer Stellkolbenstangen 3 und 4 zueinander orientiert. Um eine gleiche Wirkung beider Stellkolbenbewegungen des ersten und zweiten Lenkzylinders 1 und 2 auf die Drehung der Fahrzeugräder bzw. Knicklenkung in einer bestimmten Drehrichtung und in einem bestimmten Drehwinkel zu erreichen, ist die kolbenseitige Stelldruckkammer 6 des ersten Lenkzylinders 1 mit der kolbenstangenseitigen Stelldruckkammer 9 des zweiten Lenkzylinders 2 über eine hydraulische Leitung 10 verbunden. Ebenso ist in diesem Sinne die kolbenseitige Stelldruckkammer 7 des ersten Lenkzylinders 1 über eine hydraulische Leitung 11 mit der kolbenseitigen Stelldruckkammer 8 des zweiten Lenkzylinders 2 verbunden.

Die kolbenstangenseitige Stelldruckkammer 9 des zweiten Lenkzylinders 2 ist über eine erste hydraulische Lastleitung 12 mit dem ersten Anschluß 46 einer verstellbaren ersten Hydropumpe 14 verbunden. Die kolbenseitige Stelldruckkammer 8 des zweiten Lenkzylinders 2 ist über eine zweite hydraulische Lastleitung 13 mit dem zweiten Anschluß 15 der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 verbunden. Die verstellbare erste Hydropumpe 14 wird über eine Antriebswelle 16 von einer Antriebsmaschine (in Fig. 1 nicht dargestellt), beispielsweise einem Dieselaggregat, angetrieben.

Ein jeweils erster Druckraum 7, 9 grenzt an den zugehörigen Zylinderkolben 3, 4 mit einer Druckbeaufschlagungsfläche A1 an, die kleiner ist als die Druckbeaufschlagungsfläche A2, mit welcher der jeweils andere zweite Druckraum 6, 8 an den entsprechenden Zylinderkolben 3, 4 angrenzt. Jeder Anschluß 46, 15 der Hydropumpe 14 ist mit einem ersten Druckraum 7, 9 mit kleinerer Druckbeaufschlagungsfläche A1 und einem zweiten Druckraum 8, 6 mit größerer Druckbeaufschlagungsfläche A2 verbunden. Durch diese kreuzweise Verschaltung wird erreicht, daß das von den Zylinderkolben 3 und 4 bei Verstellung in eine der beiden Verstellrichtungen einerseits verdrängte Volumen und andererseits nachgesaugte Volumen gleich groß ist. Dadurch wird ein Betrieb im geschlossenen Kreislauf ermöglicht, da somit das an der Hydropumpe 14 beispielsweise am Anschluß 46 geförderte Volumen dem Volumen entspricht, daß die Hydropumpe an dem anderen Anschluß 15 nachsaugt und umgekehrt.

Eine Speisepumpe 17 wird ebenfalls über die Antriebswelle 16 mit der Antriebsmaschine angetrieben. Bei der Speisepumpe 17 handelt es sich um eine im Ein-Quadranten-Betrieb arbeitende Hydropumpe, deren niederdruckseitiger Anschluß 18 über eine Hydraulikleitung 90. unter Zwischenschaltung einer Filtereinrichtung 91 mit einem Hydrauliktank 92 verbunden ist.

Der hochdruckseitige Anschluß 19 der Speisepumpe 18 ist bezüglich einer Druckbegrenzung mit einem Druckbegrenzungsventil 23 über eine Hydraulikleitung 20 verbunden.

- 5 Der eine der beiden Steueranschlüsse des Druckbegrenzungsventils 23 ist mit der Hydraulikleitung 20 verbunden. Am anderen Steuereingang des Druckbegrenzungsventils 23 kann über eine Feder 24 ein bestimmter oberer Druckgrenzwert eingestellt werden. Übersteigt der Druck in der
- 10 Hydraulikleitung 20 den durch die Feder 24 eingestellten oberen Druckgrenzwert, so öffnet das Druckbegrenzungsventil 23 und verbindet die Hydraulikleitung 20 mit dem Hydrauliktank 25. Der Druck in der Hydraulikleitung 20 vermindert sich daraufhin so weit, bis sich in der
- 15 Hydraulikleitung 20 ein dem oberen Druckgrenzwert entsprechender Druck einstellt und das Druckbegrenzungsventil 23 wieder in den gesperrten Zustand übergeht.

- Der hochdruckseitige Anschluß 19 der Speisepumpe 18 ist
- 20 über die Hydraulikleitung 20 mit einem ersten Rückschlagventil 21 und einem zweiten Rückschlagventil 22 verbunden. Das Rückschlagventil 21 ist mit seinem zweiten Anschluß mit der Hydraulikleitung 12 verbunden, während das Rückschlagventil 22 mit seinem zweiten Anschluß mit
- 25 der Hydraulikleitung 13 verbunden ist. Sinkt der Druck in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 unter das in der Hydraulikleitung 20 über das Druckbegrenzungsventil 23 festgelegte Druckniveau, so öffnet das Rückschlagventil 21 und paßt den Druck in der ersten hydraulischen Lastleitung
- 30 12 an den in der Hydraulikleitung 20 herrschenden Druck an. Ganz analog öffnet bei einem Druckabfall in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 unter das in der Hydraulikleitung 20 herrschende Druckniveau das Rückschlagventil 22 und paßt den Druck in der zweiten
- 35 hydraulischen Lastleitung 13 an den in der Hydraulikleitung 20 herrschenden Druck an.

Parallel zum Rückschlagventil 21 ist ein Druckbegrenzungsventil 26 geschaltet. Dieses Druckbegrenzungsventil 26

- vergleicht den an einem seiner Steuereingänge anliegenden Druckwert in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 mit dem am anderen Steuereingang über eine Feder 27 eingestellten Drucksollwert und öffnet bei einer Überschreitung des Drucks in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 über den durch die Feder 27 eingestellten Drucksollwert. Der Druck in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 wird dabei über das Druckbegrenzungsventil 26 in die Hydraulikleitung 20 solange abgebaut, bis der Druck in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 dem durch die Feder 27 am Druckbegrenzungsventil 26 eingestellten Drucksollwert entspricht und das Druckbegrenzungsventil 26 wieder in den gesperrten Zustand übergeht.
- Analog ist ein zweites Druckbegrenzungsventil 28 zum Rückschlagventil 22 parallel geschaltet. Dieses vergleicht den in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 herrschenden Druck, der an einem seiner Steuereingänge geführt ist, mit einem durch eine Feder 29 an seinem anderen Steuereingang eingestellten Drucksollwert und öffnet bei Überschreitung des Drucks in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 über den durch die Feder 29 eingestellten Drucksollwert. Der Druck in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 wird dabei über das Druckbegrenzungsventil 28 in der Hydraulikleitung 20 solange abgebaut, bis der Druck in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 dem durch die Feder 29 eingestellten Drucksollwert entspricht und das Druckbegrenzungsventil 28 wieder in den gesperrten Zustand übergeht.

Die Ansteuerung der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 erfolgt über eine Verstelleinrichtung 30, deren Verstellkolben 31 mit der Schwenkschreibe (in Fig. 1 nicht dargestellt) der Hydropumpe 14 mechanisch verbunden ist. Der Verstellkolben 31 teilt die Verstelleinrichtung 30 in eine erste Stelldruckkammer 32 und in eine zweite Stelldruckkammer 33. Die erste Stelldruckkammer 32 ist über eine Hydraulikleitung 34 mit dem ersten Ausgang 65

eines Stellventils 35 verbunden, das als 4/3-Wegeventil ausgelegt ist. Die zweite Stelldruckkammer 33 ist über eine Hydraulikleitung 36 mit dem zweiten Ausgang 66 des Stellventils 35 verbunden. Der erste Eingang 67 des Stellventils 35 ist über eine Hydraulikleitung 37 und die Hydraulikleitung 20 an den hochdruckseitigen Anschluß 19 der Speisepumpe 18 angebunden. Der zweite Eingang 68 ist über eine Hydraulikleitung 38 mit einem Hydrauliktank 39 verbunden.

10

Die Ansteuerung der Stellventils 31 erfolgt über einen ersten Steuereingang 40 und einen zweiten Steuereingang 41, die beide als elektrische Stellmagnete ausgeführt sind. Über eine elektrische Leitung 41 ist der elektrische Stellmagnet des ersten Steuereingangs 40 einerseits mit einem ersten Ausgang eines ersten Wandlers 42, der die mechanische Auslenkung an einem als Lenkrad ausgelegten ersten Lenkorgan 43 in ein dazu korrespondierendes elektrisches Signal wandelt, und mit einem ersten Ausgang eines zweiten Wandlers 64, der die mechanische Auslenkung an einem als Joystick (Handsteuereinrichtung) ausgelegten zweiten Lenkorgan 44 in ein dazu korrespondierendes elektrisches Signal wandelt, verbunden. Der elektrische Stellmagnet des zweiten Steuereingangs 41 ist über eine elektrische Leitung 45 mit einem zweiten Ausgang des Wandlers 42 des als Lenkrad ausgelegten ersten Lenkorgans 43 und mit einem zweiten Ausgang des Wandlers 64 des als Joystick ausgelegten zweiten Lenkorgans 44 ebenfalls verbunden.

30

Für den Fall, dass vom Fahrzeugführer eine Linksdrehung der Fahrzeugräder beabsichtigt wird, wird vom Fahrzeugführer am ersten Lenkorgan 43 eine dazu korrespondierende Linksdrehung durchgeführt. Alternativ kann der Fahrzeugführer bei der beabsichtigten Linksdrehung der Fahrzeugräder das zweite Lenkorgan 44 in einer der Linksdrehung der Fahrzeugräder korrespondierenden Auslenkungsrichtung verstellen. Eine gegenseitige Verriegelung des ersten und zweiten Lenkorgans 43 und 44, die in

Fig. 1 nicht dargestellt ist, sorgt dafür, dass vom Fahrzeugführer beide Lenkorgane nicht gleichzeitig benutzt werden können.

5 Diese der Drehung der Fahrzeugräder entsprechende Auslenkung eines der beiden Lenkorgane wird über die jeweiligen Wandler 42 und 64 in ein elektrisches Signal transformiert, das über die elektrische Leitung 41 dem elektrischen Stellmagnet am ersten Steuereingang 40 des  
10 Stellventils 35 zugeführt wird. Der elektrische Stellmagnet am ersten Steuereingang 40 führt zu einer Auslenkung des Stellventils 35, so dass die erste Stelldruckkammer 32 der Verstelleinrichtung 30 über die Hydraulikleitung 34, 37 und 20 mit dem hochdruckseitigen Anschluß 19 der Speisepumpe 17 und die zweite Stelldruckkammer 33 der Verstelleinrichtung 30 über die Hydraulikleitung 36 und 38 mit dem Hydrauliktank 39 verbunden ist. Der Verstellkolben 31 der Verstelleinrichtung 30 wird daraufhin in Richtung eines höheren Stelldrucks am ersten  
20 Anschluß 46 der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 verstellt.

Dieser höhere Stelldruck am ersten Anschluß 46 der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 wird über die erste hydraulische Lastleitung 12 der kolbenstangenseitigen Stelldruckkammer 9 des zweiten Lenkzylinders 2 zugeführt und führt zu einer Verschiebung des Stellkolbens 4 in Richtung der kolbenseitigen Stelldruckkammer 8. Der höhere Stelldruck in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 wird über die Hydraulikleitung 10 der kolbenseitigen Stelldruckkammer 6 des ersten Lenkzylinders 1 zugeführt, so dass der Stellkolben 3 in Richtung der kolbenstangenseitigen Stelldruckkammer 7 verschoben wird. Sowohl die Auslenkung des Stellkolbens 3 des ersten Lenkzylinders 1 als auch die Auslenkung des Stellkolbens 4 des zweiten Lenkzylinders 2 führen zu einer Linksdrehung der Fahrzeugräder bzw. Knicklenkung.  
35

Bei einer vom Fahrzeugführer beabsichtigten Rechtsdrehung der Fahrzeugräder wird das erste Lenkorgan 43 in eine dazu korrespondierende Rechtsdrehung bzw. alternativ das zweite Lenkorgan 44 in eine zur Rechtsdrehung der Fahrzeugräder 5 korrespondierenden Auslenkungsrichtung geführt, so dass über die jeweiligen Wandler 42 und 64 ein elektrisches Signal erzeugt wird, das über die elektrische Leitung 45 dem elektrischen Stellmagnet am zweiten Steuereingang 41 des Stellventils 35 zugeführt wird. Das Stellventil 35 10 wird durch den elektrischen Stellmagneten am zweiten Steuereingang 41 derart ausgelenkt, dass die erste Stelldruckkammer 32 der Verstelleinrichtung 30 über die Hydraulikleitung 34 und 38 mit dem Hydrauliktank 39 und die zweite Stelldruckkammer 33 der Verstelleinrichtung 30 15 über die Hydraulikleitung 36, 37 und 20 mit dem hochdruckseitigen Anschluß 19 der Speisepumpe 17 verbunden ist. Der Verstellkolben 31 der Verstelleinrichtung 30 wird in Richtung eines höheren Stelldrucks am zweiten Anschluß 15 der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 verstellt.

20 Dieser höhere Stelldruck am zweiten Anschluß 15 der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 wird über die zweite hydraulische Lastleitung 13 in die kolbenseitige Stelldruckkammer des zweiten Lenkzylinders 2 geführt und 25 führt dort zu einer Auslenkung der Stellkolbens 4 in Richtung der kolbenstangenseitigen Stelldruckkammer 9. Der höhere Stelldruck in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 wird über die Hydraulikleitung 11 der kolbenstangen- seitigen Stelldruckkammer 7 des ersten Lenkzylinders 1 30 zugeführt und führt dort zu einer Auslenkung der Stellkolbens 3 in Richtung der kolbenseitigen Stelldruck- kammer 6. Die Auslenkung des Stellkolbens 3 des ersten Lenkzylinders 1 wie auch die des Stellkolbens 4 des zweiten Lenkzylinders 2 führen zu einer Rechtsdrehung der 35 Fahrzeugräder.

Um ein Entweichen des Hydraulikfluids aus den Stelldruckkammern 6 bis 9 des ersten und zweiten Lenkzy- linders 1 und 2 bei Ausfall der verstellbaren ersten

Hydropumpe 14 und damit eine unerwünschte Verschiebung des Lenkwinkel bzw. der Lenkrichtung der Fahrzeugräder während der Fahrt zu vermeiden, ist in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 ein schaltbares Rückschlagventil 47 und in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 ein weiteres schaltbares Rückschlagventil 48 zwischengeschaltet. Über eine Hydraulikleitung 49 ist der Öffner des Rückschlagventils 47 mit dem lenkzylinderseitigen Anschluß des Rückschlagventils 48 in der zweiten hydraulischen Lastleitung 13 verbunden. Ganz analog ist der Öffner des Rückschlagventils 48 über die Hydraulikleitung 50 mit dem lenkzylinderseitigen Anschluß des Rückschlagventils 47 in der ersten hydraulischen Lastleitung 12 verbunden. Damit ist gewährleistet, dass beide Rückschlagventile 47 und 48 in der ersten und zweiten hydraulischen Lastleitung 12 und 13 gleichzeitig geöffnet sind und somit die über die erste oder zweite hydraulische Lastleitung 12 oder 13 den Lenkzylindern zugeführte Hydraulikfluidmenge in der jeweils komplementären zweiten oder ersten hydraulischen Lastleitung 13 oder 12 im Rahmen des geschlossenen Kreislaufes der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 wieder zurückgeführt werden kann.

Im Gegensatz zur ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Lenksystems 100 in Fig. 1, in der eine elektrische Ansteuerung des Stellventils 35 realisiert ist, ist in Fig. 2 eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Lenksystems 100 mit einer hydraulischen Ansteuerung des Stellventils 35 dargestellt. Der Einheitlichkeit wegen werden in Fig. 2 für gleiche Komponenten zu Fig. 1 identische Bezugszeichen verwendet.

Anstelle der elektrischen Stellmagnete weist der erste Steuereingang 40 und der zweite Steuereingang 41 jeweils eine Stelldruckkammer zur hydraulische Ansteuerung des Stellventils 35 auf. Die Stelldruckkammer des ersten Steuereingangs 40 wird über die Hydraulikleitung 41 entweder vom Druck am ersten Anschluß 51 der verstellbaren

zweiten Hydropumpe 52 oder vom Druck am ersten Ausgang 53 des Vorsteuergerätes 54 versorgt. Ganz analog wird die Stelldruckkammer des zweiten Steuereingangs 41 über die Hydraulikleitung 45 vom Druck am zweiten Anschluß 55 der verstellbaren zweiten Hydropumpe 52 oder vom Druck am zweiten Ausgang 56 des Vorsteuergerätes 54 versorgt. Der am ersten und zweiten Anschluß 51 und 52 der verstellbaren zweiten Hydropumpe 52 anstehende Stelldruck kann über eine Verstelleinrichtung (in Fig. 2 nicht dargestellt) durch entsprechende Drehung eines mit der Verstelleinrichtung mechanisch verbundenen und als Lenkrad ausgelegten ersten Lenkorgans 43 eingestellt werden.

Der erste Eingang 57 des Vorsteuergeräts 54 ist über eine Hydraulikleitung 58 an den hochdruckseitigen Anschluß 19 der Speisepumpe 17 angeschlossen. Der zweite Eingang 59 des Vorsteuergeräts 54 ist über eine Hydraulikleitung 60 mit einem Hydrauliktank 61 verbunden. Über die beiden Druckminderventile 62 und 63, deren beide Eingänge jeweils mit dem ersten und zweiten Eingang 57 und 59 des Vorsteuergeräts 54 verbunden sind, kann über eine Auslenkung des als Joystick ausgelegten zweiten Lenkorgans 44 der am ersten und zweiten Ausgang 53 und 56 anstehende Stelldruck eingestellt werden. Hierzu wird die mechanische Auslenkung des zweiten Lenkorgans 44 an einen der beiden Steuereingänge der beiden Druckminderventile 60 und 63 geführt. Im Verhältnis der Druckdifferenz zwischen dem durch die Auslenkung des zweiten Lenkorgans 44 an einem der beiden Steuereingänge des Druckminderventils 62 hervorgerufenen Steuerdrucks und dem an den anderen Steuereingang des Druckminderventils 62 geführten Stelldrucks am ersten Ausgang 53 des Vorsteuergeräts 54 wird durch das Druckminderventil 62 ein Verhältnisdruck zwischen den am ersten und zweiten Eingang 57 und 59 des Vorsteuergeräts 54 anliegenden Drücken an den ersten Ausgang 53 des Vorsteuergeräts 54 durchgeschaltet. Analog wird im Verhältnis der Druckdifferenz zwischen den durch die Auslenkung des zweiten Lenkorgans 44 an einem der beiden Steuereingänge des Druckminderventils 63 hervorge-

rufenen Steuerdrucks und dem an den anderen Steuereingang des Druckminderventils 63 geführten Stelldrucks am zweiten Ausgang 56 des Vorsteuergeräts 54 durch das Druckminder-ventil 62 ein Verhältnisdruck zwischen den am ersten und zweiten Eingang 57 und 59 des Vorsteuergeräts 54 anliegenden Drücken an den zweiten Ausgang 56 des Vorsteuergeräts 54 durchgeschaltet.

Über die bei der Beschreibung der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Lenksystems 100 bereits erwähnte gegenseitige Verriegelung (auch in Fig. 2 nicht dargestellt) des ersten und zweiten Lenkorgans 43 und 44 kann erreicht werden, dass der Fahrzeugführer alternativ nur eines der beiden Lenkorgane 43 und 44 benutzt. Damit ist gewährleistet, dass in den beiden Hydraulikleitungen 41 und 45 jeweils nur ein Stelldruckpaar der verstellbaren zweiten Hydropumpe 52 oder des Vorsteuergeräts 54 auftritt.

Die Funktionsweise der Verstellung der verstellbaren ersten Hydropumpe 14 über die Verstelleinrichtung 30, welche vom Stellventil 35 angesteuert wird, und die Funktionsweise der Lenkzylinderanordnung in der zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Lenksystems 100 entspricht der Funktionsweise der entsprechenden Komponenten in der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen hydraulischen Lenksystems 100, so dass auf eine wiederholte Beschreibung dieser Funktionsweise an dieser Stelle verzichtet wird.

**Ansprüche**

1. Hydraulisches Lenksystem (100) für ein Fahrzeug, insbesondere für eine mobile Arbeitsmaschine, mit mindestens zwei Lenkzylindern (1, 2), in denen Zylinderkolben (3, 4) verschiebbar sind, deren Position bzw. Bewegungsrichtung in den Lenkzylindern (1, 2) den Lenkwinkel bzw. die Lenkrichtung lenkbarer Fahrzeugräder relativ zu einer Karosserie (5) des Fahrzeugs festlegen, wobei jeder der verschiebbaren Zylinderkolben (3, 4) den zugehörigen Lenkzylinder (1, 2) in jeweils zwei Druckräume (6 und 7, 8 und 9) teilt, und einer hinsichtlich des Fördervolumens verstellbaren ersten Hydropumpe (14), deren erster Anschluß (46) je nach Lenkrichtung mit einem der Druckräume (6, 7) des ersten Lenkzylinders (1) und mit einem der Druckräume (8, 9) des zweiten Lenkzylinders (2) verbunden ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der zweite Anschluß (15) der verstellbaren ersten Hydropumpe (14) in einem geschlossenen Kreislauf mit dem anderen Druckraum (6, 7) des ersten Lenkzylinders (1) und mit dem anderen Druckraum (8, 9) des zweiten Lenkzylinders (2) verbunden ist.
- 25 2. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass jeweils ein erster Druckraum (7; 9) an den zugehörigen Zylinderkolben (3; 4) mit einer Druckbeaufschlagungsfläche (A1) angrenzt, die kleiner ist als die Druckbeaufschlagungsfläche (A2), mit welcher der jeweils andere zweite Druckraum (6; 8) an den entsprechenden Zylinderkolben (3; 4) angrenzt, und  
dass jeder Anschluß (46; 15) der Hydropumpe (14) mit einem ersten Druckraum (7; 9) mit kleinerer Druckbeaufschlagungsfläche (A1) und einem zweiten Druckraum (8; 6) mit größerer Druckbeaufschlagungsfläche (A2) verbunden ist.
- 30 3. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,

dass die Förderrichtung der im Zwei-Quadranten-Betrieb arbeitenden Hydropumpe (14) die Lenkrichtung festlegt.

4. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 3,

5 dadurch gekennzeichnet,

dass das am ersten Anschluß (46) bzw. am zweiten Anschluß (15) der im Zwei-Quadranten-Betrieb arbeitenden Hydropumpe (14) geförderte Druckmittelvolumen den Lenkwinkel festlegt.

10

5. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Einstellung der Schwenkrichtung der Hydropumpe (14) und des am ersten Anschluß (46) und am zweiten Anschluß (15) der Hydropumpe (14) geförderten Druckmittelvolumens in Abhängigkeit einer an einem nach Art eines Lenkrads ausgebildeten ersten Lenkorgans (43) und/oder an einem nach Art eines Joystick ausgebildeten zweiten Lenkorgans (44) eingestellten Auslenkung erfolgt.

20

6. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass in Abhängigkeit der Auslenkung des ersten und/oder zweiten Lenkorgans (43, 44) ein Stellventil (35) angesteuert wird.

25

7. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Auslenkung des Stellventils (35) durch elektrische Stellmagnete an Steueranschlüssen (40, 41) erfolgt, die jeweils ein elektrisches, von einem elektrischen Wandler (42, 64) erzeugtes und der Auslenkung des ersten oder zweiten Lenkorgans (43, 44) entsprechendes Stellsignal vom ersten und/oder zweiten Lenkorgan (43, 44) erhalten.

35

8. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Auslenkung des Stellventils (35) durch die in den an den beiden Steueranschlüssen (40, 41) befindlichen Steuerräumen angreifenden, der Auslenkung des ersten oder zweiten Lenkorgans (43, 44) entsprechenden Stelldrücke erfolgt.

9. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass an dem ersten und zweiten Anschluß (51, 55) einer  
verstellbaren zweiten Hydropumpe (52) Stelldrücke  
anstehen, die der Auslenkung des ersten Lenkorgans (43)  
entsprechen.

10. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 8 oder 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in einem Vorsteuergerät (54) über zwei Druckminder-  
ventile (62, 63), deren Eingänge jeweils mit dem hoch-  
druckseitigen Anschluß (19) einer Speisepumpe (17) und  
einem Hydrauliktank (61) verbunden sind, die der  
Auslenkung des zweiten Lenkorgans (44) entsprechenden  
Stelldrücke erzeugt werden.

11. Hydraulisches Lenksystem nach einem der Ansprüche  
bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Stellventil (35) ein 4/3-Wegeventil ist, wobei  
dessen erster Eingangsanschluß (67) mit dem hochdruck-  
seitigen Anschluß (19) einer Speisepumpe (17), dessen  
zweiter Eingangsanschluß (68) mit einem Hydrauliktank  
30 (39), dessen erster Ausgangsanschluß (65) mit einer ersten  
Stelldruckkammer (32) einer Verstelleinrichtung (30) und  
dessen zweiter Ausgangsanschluß (66) mit einer zweiten  
Stelldruckkammer (33) der Verstelleinrichtung (30)  
verbunden ist.

35  
12. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verstellung der ersten Hydropumpe (14) hinsicht-  
lich der Schwenkrichtung und des an seinem ersten Anschluß

(46) und des an seinem zweiten Anschluß (15) geförderten Druckmittelvolumens durch die Verstelleinrichtung (30) erfolgt.

5 13. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 11 oder 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die erste Hydropumpe (14) und die Speisepumpe (17)  
über eine gemeinsame Antriebswelle (16) von einer  
Arbeitsmaschine, insbesondere von einem Dieselaggregat,  
10 angetrieben werden.

14. Hydraulisches Lenksystem nach einem der Ansprüche 11  
bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass ein niederdruckseitiger Anschluß (18) der Speisepumpe  
(17) über ein Filter (20) mit einem Hydrauliktank (21) und  
der hochdruckseitige Anschluß (19) der Speisepumpe (17)  
über jeweils einem Rückschlagventil (21, 22) mit einer am  
ersten Anschluß (46) der ersten Hydropumpe (14) ange-  
20 schlossenen ersten hydraulischen Lastleitung (12) und  
einer am zweiten Anschluß (15) der ersten Hydropumpe (14)  
angeschlossenen zweiten hydraulischen Lastleitung (13)  
verbunden ist.

25 15. Hydraulisches Lenksystem nach Anspruch 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in der ersten und zweiten hydraulischen Lastleitung  
(12, 13) jeweils ein Rückschlagventil (47, 48) vorgesehen  
ist.

**Zusammenfassung**

Ein hydraulisches Lenksystem (100) für ein Fahrzeug, insbesondere für eine mobile Arbeitsmaschine, besteht aus  
5 mindestens zwei Lenkzylindern (1, 2), in denen Zylinder-  
kolben (3, 4) verschiebbar sind, und einer hinsichtlich  
des Fördervolumens verstellbaren ersten Hydropumpe (14).  
Die Position bzw. die Bewegungsrichtung der Zylinderkolben  
10 (3, 4) in den Lenkzylindern (3, 4) legt den Lenkwinkel.  
bzw. die Lenkrichtung der lenkbaren Fahrzeugräder relativ  
zu einer Karosserie (5) des Fahrzeugs fest. Die  
verschiebbaren Zylinderkolben (3, 4) teilen den  
zugehörigen Lenkzylinder (1, 2) in jeweils zwei Druckräume  
15 (6 und 7, 8 und 9). Der erste Anschluß (46) der  
verstellbaren Hydropumpe (14) ist je nach Lenkrichtung mit  
einem der Druckräume (6 oder 7, 8 oder 9) der beiden  
Lenkzylinder (1, 2) verbunden. Der zweite Anschluß (15)  
der verstellbaren ersten Hydropumpe (14) ist in einem  
geschlossenen Kreislauf mit jeweils dem anderen Druckraum  
20 (6 oder 7, 8 oder 9) der beiden Lenkzylinder (1, 2)  
verbunden.

(Fig. 1)

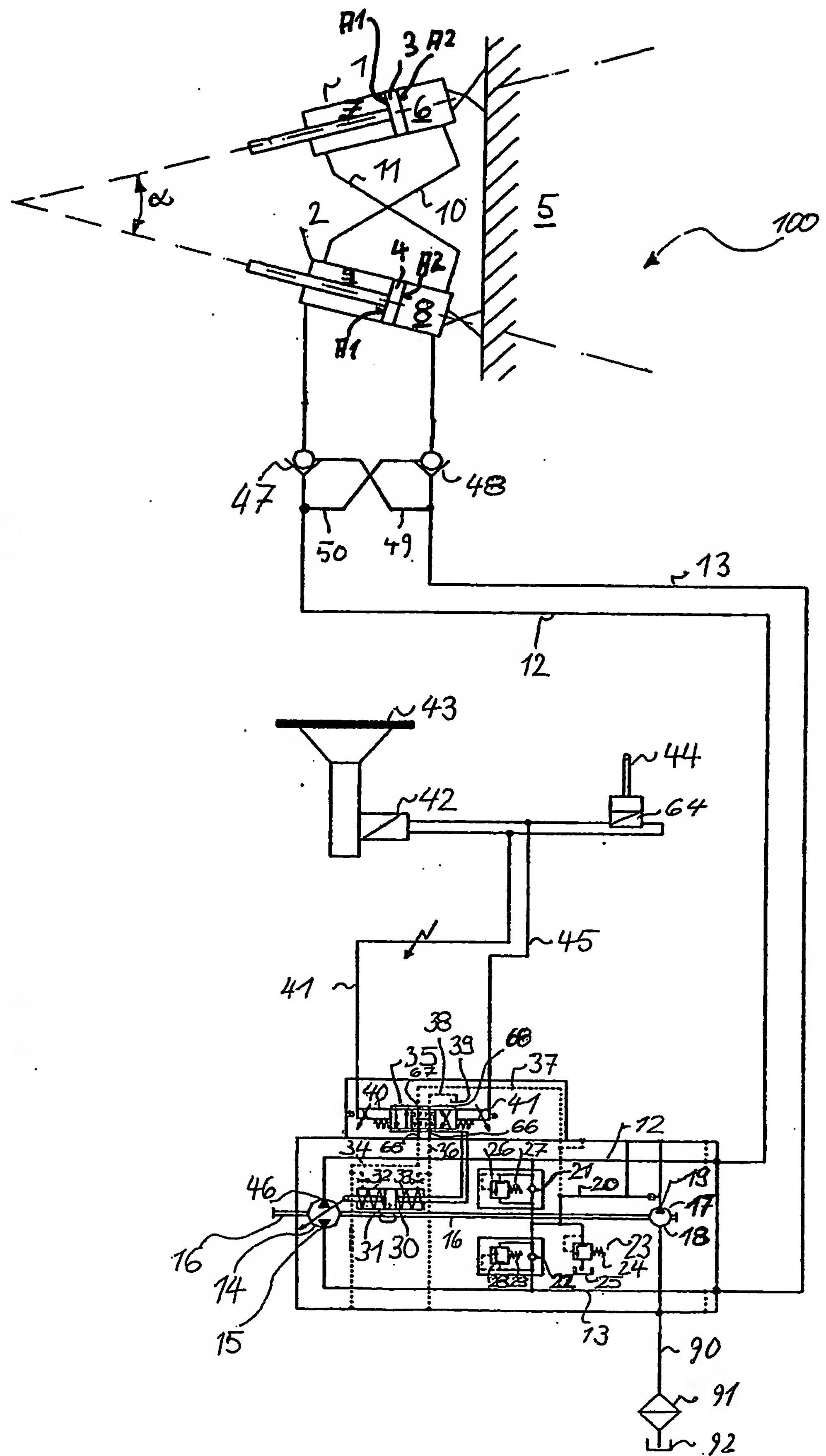


Fig. 1

P28 918

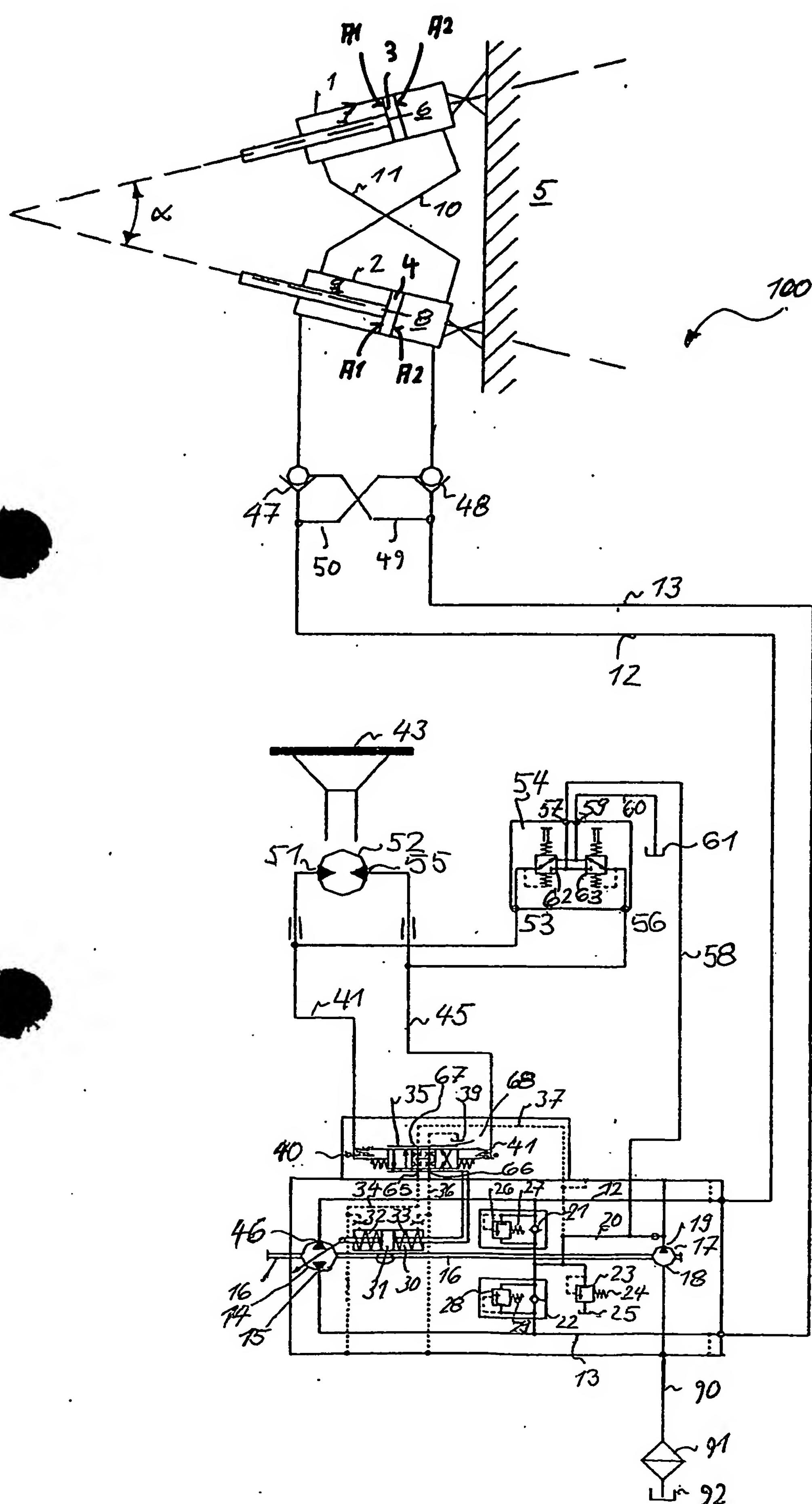


Fig. 2

P28 118

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**